

UDK:612.66+633.491:631.532.2

Pregledni rad

FIZIOLOŠKA STAROST SEMENSKIH KRTOLA KROMPIRA (*SOLANUM TUBEROSUM* L.)

D. Poštić, N. Momirović, Z. Bročić, Ž. Dolijanović, G. Aleksić,
N. Trkulja, Ž. Ivanović*

Izvod: Pre mnogo godina, još od kada su otkriveni hormoni krajem XIX veka Fritz Went i Francis Darwin shvatili su da biljni i životinjski organizmi prolaze kroz različite etape unutrašnje starosti koja ne odgovara samo proteklom vremenu. Fiziološko starenje određeno je uticajem dva faktora unutrašnjom biohemijom posebno hormonima tj. genitičkom predispozicijom i uslovima sredine (Pavlista, 2004). Kada se krompir gaji vegetativno (krtolama), genetička predispozicija je odlika sorte (van der Zaag and van Loon, 1987). Fiziološka starost krtole se obično definiše kao hronološka starost krtole, koja je određena (istorijom polja) ekološkim uslovima u toku vegetacije i uslovima skladištenja. Razlikujemo dva tipa fiziološke starosti kod krompira, nadzemnog vegetativnog dela ili cime u toku vegetacije i krtola posle vađenja (u vreme skladištenja) (Pavlista, 2004). Fiziološka starost cime izračunava se na osnovu kolebanja dnevnih temperatura vazduha i koristi za predviđanje osetljivosti (prijemčivosti) biljke na infekciju crne pegavosti lišća (*Alternaria solani*), mogućnosti napada bolesti na starije biljke. Drugi tip fiziološke starosti odnosi se na životnu sposobnost krtola namenjenih za seme (Pavlista, 2004). Fiziološka starost semenske krtole je predmet ovog rada i ona se široko definiše kao :«stepen razvoja semenske krtole krompira» (Struik, 2007; Struik, 2009),«...fiziološko stanje krtole koje utiče na produktivnost» (Bohl et al., 2003) ili »...unutrašnja starost krtole kao rezultat biohemijskih promena...« (Bohl et al., 1995). Smatra se da je krtola u »optimalnoj« starosti kada je (životna sposobnost) snaga porasta u maksimumu, posle dormantnog perioda krtole klijaju i energija porasta raste do najveće, posle toga starost se povećava i gubi se životna sposobnost (Knowles, 2004). Drugim rečima od faze fiziološke starosti u kojoj se nalazi krtola zavisi njena životna sposobnost. Fiziološko starenje krtola se dešava za vreme vegetacione sezone pod uticajem kompleksa agroekoloških uslova i za vreme skladištenja, veoma je teško za razumevanje i komplikovano za merenje (Lamont, 2002; Bohl et al., 2003; Johnson, 2004; Delanoy et al., 2004). Jedini način utvrđivanja sezonske stimulacije fiziološke starosti krtola je izvođenje oglada za određivanje dormantnosti i klijavosti. Najbolji i osnovni pokazatelj je pregled istorije polja u poređenju sa predhodnom godinom semenske partije. Međutim, glavno starenje semenskih krtola se odvija u skladištu (Pavlista, 2004). Za vreme skladištenja krompira glavni uticaj na fiziološku starost krtola imaju temperature. Visoke temperature čuvanja povezuju se sa većom fiziološkom starosti krtola. Tačna veza još nije utvrđena ali korelacija postoji (Pavlista, 2004).

Ključne reči: fiziološka starost, semenske krtole krompira.

* Mr Dobrivoj Poštić, dr Goran Aleksić, Nenad Trkulja, dipl.inž., Žarko Ivanović, dipl.inž., Institut za zaštitu bilja i životne sredine, Beograd; dr Nebojša Momirović, profesor, dr Zoran Bročić, profesor, dr Željko Dolijanović, docent, Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.

Uvod

Fiziološka starost određuje razvoj svakog pupoljka na semenskoj krtoli dakle utiče na broj klica po okcu i na njihovu životnu sposobnost (Struik, 2009). Fiziološka starost predstavlja važnu osobinu semenskih krtola i zajedno sa masom (krupnoća) krtole, stepenom razvoja klica i zdravstvenim stanjem čine kvalitet semenskog krompira. Fiziološko starenje krtola krompira počinje sa formiranjem krtole (Ranalli, 2000). Posle vađenja metabolizam unutar krtola se nastavlja i prouzrokuje promene od kojih zavisi kvalitet semenskog krompira. Ovi procesi unutar krtole određuju različitu fiziološku fazu razvoja kroz koje prolazi krtola posle žetve i utiču na kapacitet klijanja i životnu sposobnost (Morrenhof, 1998). Potrebno je poznavati fiziološke procese koji se dešavaju unutar krtola za vreme skladištenja jer oni kontrolišu broj klica i snagu klijanja, razvojem metoda praćenja ovih procesa postiže se cilj gustine (broja) stabala i broja krtola (Brown and Blake, 2001). Fiziološka starost semenskih krtola određena je kompleksom interakcija između agronomskih i klimatskih uslova u toku vegetacije krompira i uslovima čuvanja posle žetve, kao što su manipulacija i pred tretman pre sadnje. Međutim, nekoliko faktora može ubrzati proces fiziološkog starenja, kao što su: **sorta** – neke sorte imaju kraći dormantni period od drugih, i njihov proces starenja odvija se brže (rane sorte); **temperatura čuvanja** – više temperature čuvanja će ubrzati fiziološko starenje. Vreme čuvanja (dani) i skladišne temperature (°C) u kombinaciji se brzo ispoljavaju preko sume akumulacije temperature. Visoko nagomilavanje broja stepen dana povećava fiziološku aktivnost krtole, skraćuje dormantni period i povećava broj klica po krtoli. Temperatura je glavni činilac u skladištu koji određuje ritam prolaženja krtola kroz faze starosti, njenim upravljanjem može se postići željena starost krtola za sadnju (Schrage, 1999b); **uslovi razvoja za vreme vegetacione sezone** – faktori koji mogu skratiti dormantnost i povećati fiziološku starost su toplo vreme, visoke temperature (vazduha a posebno zemljišta) u toku vegetacije (Burton, 1989; Jakovljević, 1996; Ilin i sar., 2000), svetla (peskovita) zemljišta, nedostatak i promena zemljišne i vazdušne vlage i niska plodnost (N) zemljišta (Sturz et al., 2000, nedostatak pristupačnih hranljivih materija, vreme vađenja, defolijacija izazvana biotičkim i abiotičkim faktorima i drugih stresnih faktora (Beukema and vander Zaag, 1990; Morrenhof, 1998). Ispitivanjem klijavosti semenskih krtola sorte Desiree i Kondor poreklom sa tri različita proizvodna područja (Poštić, 2006; Poštić i sar., 2007; Poštić i sar., 2009a) veći broj klica formirale su krtole u prvoj godini istraživanja zbog pretrpljenog stresa suše. Povećana fiziološka starost krtole se manifestuje većim učešćem nepravilnih, nitavih, belih i atipičnih klica i pojavom babičavosti (Maksimović, 1996; Bugarčić, 2000). Usev zasnovan iz takvog semena ima usporen tempo rasta nadzemnih vegetativnih organa. Usporeno je formiranje malog broja krtola po biljci. Obično se formira 4-5 sitnih krtola, prosečne mase 40-70 g (Lazić i sar., 1998; Ilin i sar., 2000). Sorte male biološke snage i slabe tolerancije prema fiziološkoj starosti imaju slabu klijavost i prinos (Reust i Hebeisen, 2003).

Faze fiziološke starosti: Faze fiziološke starosti kroz koje postepeno prolazi krtola posle žetve su sledeća: postoji pet faza fiziološke starosti krtole zasnovane na klijavosti (Iritani et al., 1983; Schrage, 1999a): faza dormantnosti, faza vršne (apikalne) dominacije, faza normalnog klijanja i faza fiziološki starog semena.

Faza dormantnosti (bez klica): Nekada su ovu fazu smatrali pre-starosnom fazom (Bohl et al., 2003). Dormantnost krtola krompira je fiziološko stanje koje počinje sa formiranjem krtole i završava se klijanjem pupuljaka. Kontrolisanje ove fiziološke faze doprinosi boljem čuvanju semenskih krtola krompira, koja predstavlja još uvek aktuelan problem. Kod krtola posle vađenja u normalnim okolnostima nema kretanja klica, okca (pupoljci) su stanju dormantnosti. Dormantnost je fiziološko stanje izazvano dejstvom hormona abscisinske kiseline (ABA) koja se akumulirala unutar krtola iz cime u toku vegetacione sezone za vreme obrazovanja krtola. Dormantnost predstavlja period u kome nema kretanja klica čak i pod optimalnim uslovima. Mirovanje krtola se prekida kada količina ABA u okcima opadne kroz metaboličke procese do nivoa koji dopušta reagovanje okaca kretanjem klica u optimalnim uslovima (Pavlista, 2004). Dormantni period se može prekinuti dejstvom visoko koncentrovanog CO₂, bez obzira na temperaturu čuvanja, dodavanjem etilena njegov efekat se pojačava. Ova mešavina gasova snižava nivo endogenih inhibitora, ABA, na nulu u roku od 24h (Coleman, 1998). Sitnije krtole su obično fiziološki mlađe i imaju duži dormantni period (Sturz et al., 2000). Zavisno od navedenih faktora dormantni period najčešće 2-4 meseca, akod nekih sorti i preko 5 meseci (Zaag van der, 1992; Bugarčić, 2000; Dessalegn, 2002).

Faza apikalne dominacije (samo jedna klica): Mlado seme se karakteriše pojavom dominantnog okca pre drugih okaca, tako što sprečava kretanje klica drugih okaca. Apikalno okce (pupoljak) je okce kojim je krtola pripojena za cimu. Ovaj fiziološki fenomen je nazvan apikalna dominacija i uobičajena je pojava u biljnom carstvu tj. ne dozvoljavanje razvoja (porasta) nižih grana od naviše grane. Ovaj fenomen je određen dejstvom hormona indol sirćetne kiseline (IAA), poznati kao auksini. U slučaju krtola krompira, vršno dominantno okce i mlada klica sintetišu IAA koju transportuju po celoj krtoli i na taj način sprečavaju klijanje ostalih okaca. Sprečavanje razvoja drugih klica zavisi od koncentracije IAA kao što dormantnost zavisi od ABA. Obe ove pojave sa hormonima ABA i IAA mogu biti sprečene hormonima citokininom i giberalinom. Kao rezultat fiziološki mlade krtole obrazuju jedno do dva glavna stabla odnosno mali broj stabala po jedinici površine (Pavlista, 2004). Pojava druge i ostalih klica na krtoli moguća je tek kasnije kada nivo IAA opadne u apikalnom okcu. Ovde je važno je napomenuti da genetička šifra sorte određuje kolika će biti produkcija ABA i IAA, koliko su tkiva osetljiva na njih, koliko brzo njihov nivo opada i koliko i kada sintetiše suprotne hormone citokinine i gibereline. Uslovi spoljne sredine utiču na ovu pojavu ali presudna je genetika.

Faza normalnog klijanja (više klica po semenskoj krtoli): Starije semenske krtole tkz. „srednje“ ili „optimalne“ starosti kada je životna sposobnost (snaga porasta) u maksimumu (Knowles, 2004). Ova faza karkteriše se gubljenjem apikalne dominacije između okaca tj. količina IAA i njegovo delovanje u krtolama opada. Ovaj proces u vremenu može biti postepen ili ubrzan. Dominacija može biti prekinuta sečenjem krtole usled čega se prekida put transporta IAA u krtoli. Odstranjivanje vršne klice će takođe prekinuti apikalnu dominaciju kod mladih krtola, mada u nekim slučajevima može biti ponovo uspostavljena preko sledećeg najvišeg okca. Usled toga ova faza se odlikuje pojavom više klica iz nekoliko okaca duž cele krtole što kasnije rezultira formiranjem nekoliko

glavnih stabala po biljci (Pavlista, 2004). Broj glavnih stabala je u korelaciji sa prinosom (Iritani et al., 1983).

Faza razgranatih klica: Povećanjem starosti semenske krtole životna sposobnost opada (Knowles, 2004). Klice takvih krtola su razgranate, slabe, tanke i podsećaju na dlake. Može čak doći i do pojave proliferacije (razvoja) malih stolona sa velikim brojem sitnih krtola koje se neće održati. Takve krtole daju nizak prinos.

Faza sitnih nepravilnih krtola: Ovakvo seme je fiziološki veoma staro njihove razgranate klice se proliferacijom transformišu u stolone koji se ne razvijaju već brzo formiraju sitne krtole. Ovakve krtole sadnjom ne formiraju biljku već odmah daju krtole. U ovoj fazi fiziološke starosti semenske krtole možemo reći da nemaju životnu sposobnost.

Razvoj useva krompira i fiziološka starost. Biljke gajene iz semenskih krtola različite fiziološke starosti razvijaju se različito (van der Zaag and van Loon, 1987). Fiziološki starije krtole klijanu ranije, brže se razvijaju, viši raniji prinos, i niži kasniji prinos nego mlađe seme (Grice, 1993). Knowles et al., (2003) su utvrdili postojanje veze između fiziološke starosti krtole, broja stabala po biljci i veličine krtola. Primenom biljnih regulatora rasta kao što su giberelinska kiselina i benzil aminopurin može se modifikovati uticaj fiziološke starosti semenskih krtola na novi usev. Posebno benzil aminopurin obećava u prevazilaženju negativnog uticaja starijih semenskih krtola na razvoj useva i prinos (Caldiz, 2001). Brown et al., (2003) smatra da je fiziološka starost semenskih krtola važan faktor zasnivanja i razvoja useva na početku vegetacije. Način proizvodnje i klimatski uslovi područja u kojem se gaji krompir mogu imati značajan uticaj na fiziološku starost krtola. Sadnjom identičnog genetičkog materijala istih semenskih partija na različitim lokacijama dobija se seme koje se razlikuje u snazi klijanja i do četiri puta (Brown et al., 2003). Isti autor tvrdi da se fiziološkim kvalitetom semena može upravljati preko vremena izumiranja cime. Naime uništavanje cime približno tri nedelje pre prirodnog izumiranja rezultira povećanjem prinosa useva u poređenju sa ranijim uništavanjem cime ili prirodnim uništavanjem cime. Ovi rezultati potvrđuju i ranija istraživanja da uslovi semenske proizvodnje određuju fiziološko stanje semena. Preko glavnih stabljika (primarne stabljike razvijene direktno iz klice) direktno se utiče na broj krtola po biljci, odnosno ukupan prinos krtola (Bokx i van der Want, 1987; Zaag van der, 1994; Zarzynska, 1995; Maksimović, 1996; Khan i sar., 2004). Isti autori navode da broj glavnih stabljika zavisi od veličine zasađenih krtola. Fiziološki starije krtole obrazuju više klica po okcu (Poštić i sar., 2009; Poštić i sar., 2009a), veliki broj glavnih stabala, više krtola po biljci i niži prinos (Sturz et al, 2000). Broj i dužina klica raste sa porastom fiziološke starosti semenske krtole. Sa povećanjem fiziološke starosti semenske krtole prečnik klica i sadržaj suve materije u klicama opada (Moll, 1994; Poštić i sar., 2009). Sorte sa slabom fiziološkom snagom ili tolerancijom na starost pokazuju slabu klijavost i prinos posle produženog perioda naklijavanja. Fiziološka snaga je veoma pouzdan pokazatelj koji ukazuje proizvođačima koje su sorte osetljive na tople skladišne uslove ili dug period naklijavanja pre sadnje (Reust and Hebeisen, 2003).

Tab. 1. Razvoj i osobine useva krompira u odnosu na fiziološku starost semenskih krtola (Iritani and Thornton, 1984).*Development and properties of potato crops in relation to the physiological age Tuber seed (Iritani and Thornton, 1984).*

Osobina <i>Characteristic</i>	Mlado seme <i>Young seed</i>	Staro seme <i>Old seeds</i>
Klijanje/ <i>Germinate</i>	Sporije/ <i>Slower</i>	Brže/ <i>Faster</i>
Bujnost/ <i>Exuberance</i>	Veća/ <i>Higher</i>	Niža/ <i>Lower</i>
Rana snaga porasta/ <i>Early strength increase</i>	Velika/ <i>Higher</i>	Niža/ <i>Lower</i>
Lisna površina/ <i>Leaf area</i>	Veća/ <i>Higher</i>	Manja/ <i>Less</i>
Broj stabala po bilji/ <i>Number of trees per plant</i>	Manje/ <i>Less</i>	Više/ <i>Higher</i>
Inicijacija krtola/ <i>Initiation Tuber</i>	Kasnije/ <i>Later</i>	Ranije/ <i>Previously</i>
Period formiranja krtola/ <i>Period formation Tuber</i>	Duži/ <i>Long</i>	kraći i ujednačen/ <i>short and uniform</i>
Nalivanje krtola/ <i>Filling Tuber</i>	Duže/ <i>Longer</i>	Kraće/ <i>Shorter</i>
Veličina krtola/ <i>Size Tuber</i>	Krupnije/ <i>Larger</i>	Sitnije/ <i>Smaller</i>
Starenje/ <i>Aging</i>	Kasnije i sporije/ <i>Later and slower</i>	Brže/ <i>Faster</i>
Rani prinos/ <i>Early yield</i>	Niži/ <i>Lower</i>	Veći/ <i>Higher</i>
Kasniji prinos/ <i>Later yield</i>	Viši/ <i>Higher</i>	Niži/ <i>Lower</i>

Utvrđivanja fiziološke starosti. Postojeće metode ocene fiziološke starosti (koje se zasnivaju na akumulaciji sume temperatura u vreme skladištenja) nisu dovoljno efikasne i unapred su naklonjene grešci, jer ne uzimaju u obzir razvoj ekoloških faktora za vreme vegetacione sezone semenskog useva (temperature, vlažnost, tip zemljišta i dr.) koji utiču na stepen starosti u skladištu. Za brzu ocenu fiziološke starosti semenske partije (Jenkins et al., 1993; Knowles and Botar, 1991) predlažu krišćenje metoda izračunavanja toplotne akumulacije. Dok (van der Zaag and van Loon, 1987) preporučuju da se uzorci semenskih partija stave u mrak na sobnu temperaturu i posle nekoliko nedelja, posmatra se i upoređuje njihova klijavost. Drugi autori koriste termin »indeks fiziološke starosti« (Caldiz et al., 1999), ovaj metod može trajati nekoliko meseci i nije praktičan za proizvođače, ali se uspešno može koristiti u naučnim istraživanjima. Danas ne postoji metod određivanja trenutne starosti krtola. Međutim, u budućnosti se može očekivati merenje fiziološke starosti krtola biohemijskim putem. Jedan od potencijalnih markera starosti je 2-metil butanol (Knowles et al., 2003). Colauzzi et al., (1999) su ispitivali uticaj konstantnog i promenljivog toplotnog režima na klijavost semenske krtole pet sorata krompira (Albe, Agate, Lisete, Monalise, Spunte i Timate). Posle toplotnog tretmana krtole su u trajanju od pet nedelja bile izložene difuznoj svetlosti na sobnoj temperaturi. Na svakih sedam dana vršeno je ocenjivanje klijavosti krtola. Smatralo se da je krtola klijala kada se pojavi bar jedna klica 2mm dužine (Reust, 1986). Najveći procenat klijavosti krtola krompira dobijen je u prvom tretmanu (konstantno 25°C), kada je i postignuta najveća akumulacija toplote u stepen danima po krtoli odnosno kada su i krtole bile fiziološki najstarije. Najbržu klijavost postigla je sorta Agata, sledile su je sorte Timate i Alba, a najsporije je klijala sorta Liseta. U istraživanjima klijavosti krompira sorte Desiree i Kondor (Pošćić, 2006; Pošćić i sar., 2009) navode da broj klica raste sa dužinom trajanja naklijanja što se poklapa sa rezultatima (Gachango et al., 2008).

Planiranje proizvodnje krompira i tržište. Fiziološka starost može biti dobar poljoprivredni alat za prilagođavanje useva krompira ekološkim uslovima vegetacione sezone i poslužiti za svrhu gajenja. Na primer u zemljama sa epidemijom plamenjače, organska proizvodnja krompira zahteva relativno starije seme, takođe u zemljama gde postoji veliki pritisak biljni vaši u toku i krajem sezone usev krompira treba zasnivati sa starijim semenskim krtolama. Usevi krompira sa specifičnim zahtevima za veličinom krtola takođe zahtevaju određenu starost krtola (Struik, 2009). Sadnjom fiziološki starijih krtola sorata koje imaju sklonost ka formiranju krupnih krtola kao što je Yukon Gold (Kenebek, Kondor, Belarosa, Morene) može imati prednosti u poboljšanju uniformnosti i porastu broja krtola tržišne veličine posebno za ranu proizvodnju (Asiedu et al., 2003). Fiziološki mlađe seme treba saditi na manje međuredno rastojanje jer formira nekoliko stabala a samim tim i manji broj krtola (Delanoy et al., 2004). Duga vegetaciona sezona favorizuje formiranje krupnih krtola pogodnih za tržište i preradu pomfrit, mlado seme ovde je upravo poželjno jer daje nekoliko stabala. S druge strane, za ranu svežu potrošnju mnogo je poželjnije starije seme koje formira više klica i viši raniji prinos. Prilikom odlučivanja optimalne starosti krtola poželjne za sadnju treba uzeti u obzir osobine sorte, potrebe tržišta i agroekološke uslove u toku vegetacione sezone (Pavlista, 2004). Semenske krtole proizvedene u nepovojnim vegetacionim uslovima ili čuvane na višim temperaturama u toku zime mogu izgledati kao krtole visoke biološke snage ali one su fiziološki „starije”. Starije semenske krtole ranije klijaju, formiraju krtole i sazrevaju, imaju mnogo stabala i krtola, daju niži prinos nego „mlađe” semenske krtole, posebno u područjima duge vegetacione sezone. Slabija životna sposobnost starijeg semena krompira može se nadoknaditi (prevazići) izmenama tehnologije proizvodnje. S druge strane, fiziološki starije seme može se prilagoditi potrebama određenog područja. Na primer, „starije” seme je posebno poželjno u područjima kratke vegetacione sezone ili u semenskoj proizvodnji gde je poželjno ranije sazrevanje i krtole manje krupnoće. Zato je neophodno u našim uslovima dva meseca pre sadnje krompira izvršiti bar ocenu životne sposobnosti semenskih krtola ako se ne može sprovesti naklijavanje.

Zaključak

Ocena fiziološke starosti semenskih krtola krompira kod nas se uopšte ne sprovodi. Kao posledica takvog odnosa za sadnju krompira se koristi semenski materijal slabe ili neadekvatne fiziološke starosti što predstavlja glavni razlog niskih prinosa krompira slabog kvaliteta. Određivanjem fiziološke starosti semenskih krtola krompira utvrdila bi se životna sposobnost odnosno broj klica po krtoli na osnovu koga bi mogli da planirano broj stabala po biljci odnosno broj krtola po biljci. Postigli bi željenu gustinu useva krompira, veličinu krtola i viši i kvalitetniji prinos. Pouzdana i precizna metoda utvrđivanja fiziološke starosti omogućila bi odabir kvalitetnog sadnog materijala i postizanje visokih i stabilnih prinosa kvalitetnog krompira za različite namene. Najveći izazov istraživača fiziološke starosti je da pronađu pouzdan i brz metod sposoban da utvrdi fiziološku starost u bilo kojoj fazi razvoja semenske krtole i da predvidi dalji proces starenja u funkciji sume temperatura.

Literatura

1. *Asiedu, S.K., Astatkie, T., Yiridoe, E.K. (2003):* The effect of seed-tuber physiological age and cultivar on early potato production. *J.Agron.&Crop Sci.* 189:176-184.
2. *Bernardi, P., Bugarčić, Ž., Živkov, G., Jordanović, O., Moravčević, Đ., Farkaš, F., Ivanović, M., Bročić, Z. (2004):* Krompir,FAO, Beograd.
3. *Beukema, H.P., D.E. van der Zaag (1990):* Introduction to potato production. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp. 1-208.
4. *Bohl, W.H., Olsen, N., Love, S.L., Nolte, P. (2003):* Seed and planting management. pp. 91-114. Chap. 7. In *Potato Production Systems*. Publ. Univ. Idaho Extension.
5. *Brown, P.H., Beattie, B. Laurence, R. (2003):* Intergenerational effects on seed potato physiological ageing. *ISHS Acta Horticulturae* 619. XXVI International Horticultural Congress.
6. *Bugarčić, Ž. (2000):* Krompir tehnologija proizvodnje, skladištenje i zaštita, Beograd.
7. *Caldiz, D.O., Fernandez, L.V. Struik, P.C. (1999):* Physiological age index – a new, simple and reliable indicator of the physiological age of seed tubers. 14 th Trienn. Conf. EARP, Italy, pp. 88-89.
8. *Caldiz, D.O., Fernandez, L.V. Struik, P.C. (1999):* Physiological age index – a new, simple and reliable index to assess the physiological age of seed tubers based on haulm killing date and length of the incubatio period. *Fild Crops Res* 69: 69-79.
9. *Colauzzi, M., Mallica, G., Guarda, G. (1999):* Effect of thermal treatments with constant and fluctuating regimes on breking dormancy, influences on sprouting and on crop growing performance on the treated tubers. *Proc. of 14 th Trienn. Conf. EARP, Sorento, Italy*, pp. 495-496.
10. *Coleman, W.K. (1998):* Crbon dioxide, oxygen and ethylene effects on potato tuber dormancy release and sprout growt. *Ann. Bot. London.* 82:21-27.
11. *Delanoy, L., Schaupmeyer, C., Ziprick, D., Sullivan A. (2004):* Adjusting Management Accor. to Physiological Age of the Seed. *Planting Management-Manitoba Agriculture*.
12. *Dessaleng, Y. (2002):* Implication of dormancy period of potato cultivars at Adet. *Plant Breeding Abstracts*, Vol. 72, No. 8, pp. 1430.
13. *Gachango, E., Shibairo, S., Kabira, J., Chemininwa, G., Demo P. (2008):* Effects of light intensity on quality of potato seed tubers. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 3 (10), pp. 732-739.
14. *Grice, M.S. (1993):* Phyological age of seed potatoes, its effect on growt and yield of subsequent crops. *Peelings* 38: 8-10.
15. *Ilin, Ž., Đurovka, M., Marković, V. (2000):* Agrobiološke osnove za uspešnu proizvodnju krompira. *Arhiv za poljoprivredne nauke* 61, str. 101- 113, Beograd.
16. *Jakovljević, M. (1996):* Nastanak i filogeneza razvoja kulturnih sorti krompira u vezi sa uslovima spoljne sredine. *Pregledni rad, Poljoprivredne aktuelnosti*, 5-6, str. 96-111, Beograd.
17. *Maksimović, P. (1996):* Proizvodnja krompira, *Agron.Fakultet-Čačak, "PREMIS-Graf"*, Beograd, str. 1-171.
18. *Moll, A. (1994):* The effects of physiological aging of seed tubers on growth characteristics of eight potato ultivars tested under controlled conditions, *Plant Breeding Abs.*, Vol. 64, No. 10, pp. 1462-1463.

19. *Morrenhof, J. (1998): The Road to Seed Potato Production, Hettema 100 years, ed. NIVAA, Den Haag, The Netherlands, pp. 1-70.*
20. *Pavlista, A.D. (2004): Physiological aging seed tubers. Potato eyes, University of Nebraska.*
21. *Poštić, D. (2006): Uticaj agroekoloških uslova proizvodnje semenskog useva na životnu sposobnost krtola krompira. Magistarski rad, Poljo. fakultet, st. 1-128, Beograd.*
22. *Poštić, D., Sabovljević, R., Ikanović, J., Davidović, M., Goranović, Đ. (2007): Uticaj agroekoloških uslova proizvodnje na pokazatelje životne sposobnosti semenskih krtola krompira. Selekcija i semenarstvo, Vol. XIII, No. 3-4, str.31-41, Novi Sad.*
23. *Poštić, D., Sabovljević, R., Ikanović, J., Davidović, M., Goranović, Đ. (2009): Uticaj agroekoloških uslova proizvodnje i predtretmanana na životnu sposobnost semenskih krtola krompira sorte Desiree. Zb. Nau. radova XXIII Sav. agr., vet. i tehnologa, Vol. 15, br. 1-2, str. 99-111.*
24. *Poštić, D., Sabovljević, R., Momirović, N., Dolijanović, Ž., Aleksić, G., Ivanović, Ž. (2009a): Ocena pokazatelja životne sposobnosti semenskih krtola krompira sorte Kondor. Poljoprivredne aktuelnsti (1-2): 83-96.*
25. *Rykbost, K.A. Locke, K.A. (1999): Effect of seed piece size on performance of three varieties in the Klamath Basin of Oregon. American Journal of Potato Research. 76, 75-82.*
26. *Schrage, W. (1999b): Keeping notes with respect to physiological age. In Seed Pot. Manag. Un. Minesota.*
27. *Struik, P.C. (2007): Physiological Age of Seed Tubers. Potato Research 50: 375-377.*
28. *Struik, P.C. (2009): Importance of the physiological age of seed potatoes. Plantkongres.*
29. *Sturz, A.V., Arsenault, W., Sanderson, B. (2000): Production of Processing Potatoes from Whole Seed. Agriculture, Fisheries and Aquaculture. P. E. Island, Canada.*
30. *Walingo, A., Lungaho, C., Nganga, N., Kinyae, P.M., Kabira, J.N. (2004): Potato marketing, storage, processing and utilization in Kenya. Sixth triennial congress of the African Potato Association, Agadir, Marocco 5-10 April 2004, Eds Hanafi, A.*

UDK:612.66+633.491:631.532.2

Review paper

PHYSIOLOGICAL AGEING OF POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) SEED TUBERS

D. Poštić, N. Momirović, Z. Bročić, Ž. Dolijanović, G. Aleksić,
N. Trkulja, Ž. Ivanović*

Summary

Many years ago, almost since the discovery of hormones in the late 19 th century by Fritz Went and Francis Darwin realized that the plant and animal life organisms passing through different phases internal age that does not correspond only past time. Physiological aging determined was influenced by two factors internal biochemistry especially hormones: genetic predisposition and environmental stress (Pavlista, 2004). Physiological aging in potato encompasses two types or models vine during the growing season and tuber during storage season (Pavlista, 2004). Physiological aging in vines is calculated based on daily air temperature fluctuations and is used for predict when plants are susceptible to infection by early blight (*Alternaria solani*), an opportunistic disease that attacks senescing plants. The other type physiological aging concerns the viability of tubers used for seed (Pavlista, 2004). This is a broadly defined as well as :«the developmental stage of potato seed tuber» (Struik, 2009),« ...physiological status of the tuber as it affects productivity» (Bohl et al., 2003) or » ... internal age of the seed (tuber) resulting from biochemical changes ... » (Bohl et al., 1995). In general, there is an »optimum« tuber age where is growth vigor is maximum, before wich vigor increases as tuber emerge from dormancy and after wich vigor decreases as tubers advance in age and eventually lose viability (Knowles, 2004). Although physiological aging of tubers may occur during growing season due to stress, it is poorly understood and not quantifiable (Lamont, 2002; Bohl et al., 2003; Johnson, 2004; Delanoy et al., 2004). The only way to measure season-stimulated physiological aging tubers is to conduct a bioassay determining dormancy and sprouting characteristic. The best general indication is to look at the field history of the seed lot in comparison to previous years seed lots performance. However, the major aging of seed tubers occurs during storage(Pavlista, 2004). During tuber storage, the primary impact on physiological aging is temperature. High storage are associated with greater physiological aging. The exact relationship is not yet established but a corelation exists (Pavlista, 2004).

Key words: physiological aging, potato seed tubers.

* Dobrivoj Poštić, M.Sc., Goran Aleksić, Ph.D., Nenad Trkulja, B.Sc., Žarko Ivanović, B.Sc., Institute for Plant Protection and Environment, Belgrade; Nebojša Momirović, Prof. Ph.D., Zoran Bročić, Prof. Ph.D., Željko Dolijanović, Ph.D., Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade.